

# Respiratoire aandoeningen in de metaalindustrie - aandacht voor preventie blijft hard nodig

NVvA –symposium 2023

Remko Houba (Arbeidshygiënist)

Jos Rooijackers (Longarts)

Vanessa Zaat (Arbeidshygiënist)



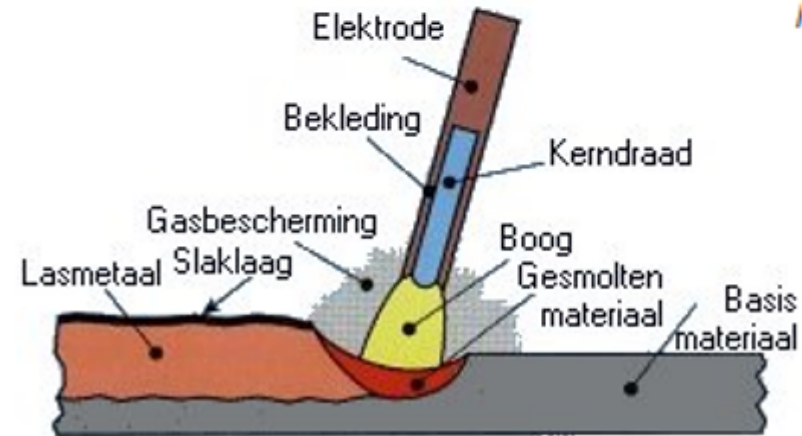
# Metaalindustrie

- Metaalproductie (basismetaalindustrie)
  - Productie van staal, aluminium, etc.
- Metaalbehandeling
  - Stralen, schuren, slijpen, ontvetten
- Vervaardigen van metalen producten
  - Smederij, gieterij, **lassen**, hitte behandeling, metaalbewerking
- Afwerken van metalen
  - Galvaniseren, poedercoaten, verven



# Lasprocessen

Process	Abbreviations	Synonym	Abbreviations
Flux cored arc welding	FCAW		
<b>Gas metal arc welding</b>	<b>GMAW</b>	<b>Metal inert gas</b> <b>Metal active gas</b>	<b>MIG</b> <b>MAG</b>
Gas tungsten arc welding	GTAW	Tungsten inert gas	TIG
Shielded metal arc welding	SMAW	Manual metal arc ("stick")	MMA
Shielded metal arc welding of stainless steel	SMA/SS		
Shielded metal arc welding of mild steel	SMA/MS		
Gas metal arc welding of stainless steel	GMA/SS		
Gas metal arc welding of mild steel	GMA/MS		
<u>Submerged Arc Welding</u>	SAW		



# Opbouw workshop

1. Literatuur
2. Casuïstiek bij het NKAL
3. Discussie – wat kunnen we nog doen?



# Health effects of welding fumes

## Acute Respiratory Effects

Acute bronchitis

intoxications

Pneumonia

Metal fume fever

Asthma

## Chronic Respiratory Effects

Chronic respiratory morbidity

Siderosis and fibrosis

## Non-respiratory Chronic Effects

Neuropsychiatric symptoms

Renal effects

Skin effects

Reproductive effects

Mutagenesis

## Cancer (IARC 1)

Lung cancer

Non-respiratory cancers (kidney)



# Health effects of welding fumes

<b>Fume</b>	<b>Uses</b>	<b>Potential hazard concern</b>
Aluminum	Alloy and filler metal	Conducive to ozone production
Barium	Fluxing agent	Eye, nose, and throat irritant
Cadmium	Plating and brazing alloy	Respiratory irritant, metal fume fever
Chromium	Stainless steel alloy	Lung carcinogen
Copper	Alloy and coating material	Respiratory irritant, metal fume fever
Fluorine	Fluxing agent	Respiratory irritant
Iron	Most common fume component when welding steel	Siderosis
Lead	Brass, bronze, and steel alloy	Nervous system and kidney effects
Magnesium	Light metal alloy	Respiratory irritant, metal fume fever
Manganese	Steel alloy	Nervous system effects, respiratory irritant
Molybdenum	Steel alloy	
Nickel	Stainless steel alloy	Lung carcinogen
Silicon	Fluxing agent	
Tin	Bronze and solder alloy	Metal fume fever
Titanium	Fluxing agent	
Zinc	Galvanized steel, paint coatings	Metal fume fever



# Health effects of welding fumes

## Acute Respiratory Effects

Acute bronchitis

intoxications

**Pneumonia**

Metal fume fever

Asthma

## Chronic Respiratory Effects

Chronic respiratory morbidity

Siderosis and fibrosis

## Non-respiratory Chronic Effects

Neuropsychiatric symptoms

Renal effects

Skin effects

Reproductive effects

Mutagenesis

## Cancer (IARC 1)

Lung cancer

Non-respiratory cancers (kidney)



# Lassen en longontstekingen: Is er literatuur?

Beaumont, J. J. and N. S. Weiss. 1980. Mortality of welders, shipfitters, and other metal trades workers in boilermakers local No. 104, AFL-CIO. *Am J Epidemiol* 112:775-786.

Newhouse, M. L., D. Oakes, and A. J. Woolley. 1985. Mortality of welders and other craftsmen at a shipyard in NE England. *Br J Ind Med* 42:410.

Coggon, D., H. Inskip, P. Winter, and B. Pannett. 1994. Lobar pneumonia: an occupational disease in welders. *Lancet* 344:41-43.

Wergeland, E. and B. G. Iversen. 2001. Deaths from pneumonia after welding. *Scand J Work Environ Health* 27:353.

Palmer, K. T., J. Poole, J. G. Ayres, J. Mann, P. S. Burge, and D. Coggon. 2003. Exposure to metal fume and infectious pneumonia. *Am J Epidemiol* 157:227-233.

Palmer, K. T., P. Cullinan, S. Rice, T. Brown, and D. Coggon. 2009. Mortality from infectious pneumonia in metal workers: a comparison with deaths from asthma in occupations exposed to respiratory sensitizers. *Thorax* 64:983-986.

Wong, A., T. J. Marrie, S. Garg, J. D. Kellner, and G. J. Tyrell. 2010. Welders are at increased risk for invasive pneumococcal disease. *Int J Infect Dis* 14:e796-e799.

Palmer, K. T. and M. P. Cosgrove. 2012. Vaccinating welders against pneumonia. *Occup Med* 62:325-330.

Patterson, L., N. Irvine, A. Wilson, L. Doherty, A. Loughrey, and L. Jessop. 2015. Outbreak of invasive pneumococcal disease at a Belfast shipyard in men exposed to welding fumes, Northern Ireland, April-May 2015: preliminary report. *Euro Surveillance* 20:21138.

Coggon, D. and K. T. Palmer. 2016. Are welders more at risk of respiratory infections? *Br Med J* 71:581-582.

Marongiu, A., O. Hasan, A. Ali, S. Bakhsh, B. George, N. Irfan, C. Minelli, C. Canova, S. Schofield, S. De Matteis, et al. 2016. Are welders more at risk of respiratory infections? Findings from a cross-sectional survey and analysis of medical records in shipyard workers: the WELSHIP project. *Thorax* 71:601-606.

Suri, R., J. Periseneris, S. Lanone, P. C. Zeidler-Erdely, G. Melton, K. T. Palmer, P. Andujar, J. M. Antonini, V. Cohignac, A. Erdely, et al. 2016. Exposure to welding fumes and lower airway infection with *Streptococcus pneumoniae*. *J Allergy Clin Immunol* 137:527-534.

Ewing, J., L. Patterson, N. Irvine, L. Doherty, A. Loughrey, J. Kidney, C. Sheppard, G. Kapatai, N. K. Fry, M. Ramsay, et al. 2017. Serious pneumococcal disease outbreak in men exposed to metal fume - detection, response, and future prevention through pneumococcal vaccination. *Vaccine* 35:3945-3950.



# Lassen en longontstekingen: Is er literatuur?

Grigg, J., L. Miyashita, and R. Suri. 2017. Pneumococcal infection of respiratory cells exposed to welding fumes; role of oxidative stress and HIF-1 alpha. PLoS ONE 12:1-16.

Donoghue, A. M. and J. C. Wesdock. 2019. Pneumococcal vaccination for welders: global deployment within a multi-national corporation. Am J Ind Med 62:69-73.

Linkevicius, M., V. Cristea, L. Siira, H. Mäkelä, M. Toropainen, M. Pitkäpaasi, T. Dub, H. Nohynek, T. Puumalainen, E. Rintala, et al. 2019. Outbreak of invasive pneumococcal disease among shipyard workers, Turku, Finland, May to November 2019. Euro Surveillance 24:1900681.

NCvB. Meer IPD en longonsteking bij lassers en aanverwante beroepen. 1-2. 25-11-2020. Amsterdam, NCvB.

Berild, J. D., A. Steens, B. A. Winje, T. E. Danielsen, J. H. Fjeldheim, H. D. Q. Holmemo, and D. F. Vestrheim. 2020. Management and control of an outbreak of vaccine-preventable severe pneumococcal disease at a shipyard in Norway. Journal of Infection 80:590-592.

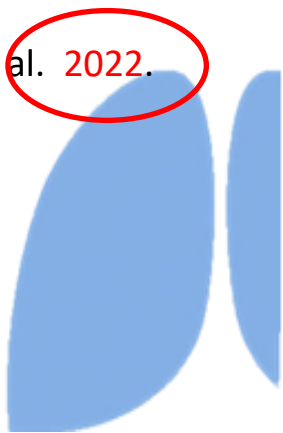
Cassir, N., L. Pascal, D. Ferrieux, C. Bruel, C. Guervilly, S. Rebaudt, K. Danis, L. Kopec, F. Fenollar, E. Varon, et al. 2020. Outbreak of pneumococcal pneumonia among shipyard workers in Marseille, France, January to February 2020. Euro Surveillance 25:2000612.

Zwiers, Z. Risk factors for invasive pneumococcal infections on shipyards: a systematic review. 1-57. 2020. NCvB/Coronel.

Torén, K., P. D. Blanc, R. N. Naidoo, N. Murgia, I. Qvarfordt, O. Aspevall, A. Dahlman-Höglund, and L. Schioler. 2020. Occupational exposure to dust and to fumes, work as a welder and invasive pneumococcal disease risk. Occup Env Med 77:57-63.

Cassir, N., L. Luciani, D. Ferrieux, A. Levasseur, P. E. Fournier, and P. Parola. 2021. Pneumococcal pneumonia among shipyard workers: inside the features of disease onset. Travel Medicine and Infectious Disease 44:1-6.

Perio, M. A. d., K. A. Hendricks, C. H. Dowell, W. A. Bower, N. C. Burton, P. Dawson, C. A. Schrodt, J. S. Salzer, C. H. Marston, K. Feldman, et al. 2022. Welder's Anthrax: A Review of an Occupational Disease. Pathogens 11:1-14.



# Lassen en longontstekingen: Epidemiologie

Studie	Bevinding (in alle gevallen statistisch significant; in alle gevallen lassers)
Beamont & Weiss, 1980	Significant verhoogd risico op sterfte door longontsteking
Newhouse et al, 1985	Verhoogd risico op sterfte door longontsteking (SMR 184)
Coggon et al, 1994	Verhoogde kans op sterfte door longontsteking (SMR 157-184)
Palmer et al, 2003	Case-control: associatie tussen longontsteking en metaaldampen (OR 1,6)
Palmer et al, 2009	Verhoogde kans op sterfte door longontsteking (PMR 198-299)
Wong et al, 2010	Verhoogde kans op invasieve pneumococcenziekte (2,7 keer verhoogd risico)
Palmer & Cosgrove, 2012	Verhoogde kans op invasieve pneumococcenziekte (OR 1,6)
Marongiu et al, 2016	Meer consultaties voor respiratoire infecties (IRR 1,45)
Torén et al, 2020	Verhoogde kans op invasieve pneumococcenziekte (OR 2,99)

Risico tijdens het werkzame leven (niet meer na stoppen van de blootstelling)  
Recente blootstelling lijkt vooral sturend in het risico



# Lassen en longontstekingen: Ziekteclusters

Studie	Cluster van longontsteking gevonden bij
Patterson et al, 2015	Outbreak of invasive pneumococcal disease at a Belfast shipyard
Ewing et al, 2017	Vervolg op Patterson et al, 2015 Pneumococcal disease outbreak in men exposed to metal fume
Linkevicius et al, 2019	Outbreak of invasive pneumococcal disease among shipyard workers in Turku, Finland
Berild et al, 2020	Outbreak of severe pneumococcal disease at a shipyard in Norway
Cassir et al, 2020	Outbreak of pneumococcal pneumonia among shipyard workers in Marseille
Cassir et al, 2021	Vervolg op Cassir et al 2020 (capsular serotyping, multi-locus sequence typing, whole genome sequencing): <ul style="list-style-type: none"><li>- Partly person-to-person spread of single strain of <i>S. pneumoniae</i></li><li>- Partly shift of different strains from commensal to pathogen under favourable conditions</li></ul>



# Lassen en longontstekingen: casuïstiek

Studie	Organisatie	Bevinding (in alle gevallen lassers
Wergeland & Iversen, 2001	Arbeidsinspectie Noorwegen	Melding 1-3: Drie onafhankelijke meldingen van overlijden door longontsteking bij (gezonde) lassers 50-55 jaar  Melding 4: Bij reconstructiewerkzaamheden in een schip: <ul style="list-style-type: none"><li>- Drie ziekenhuisopnames longontsteking</li><li>- Zes anderen met behandelingen voor respiratoire infecties</li></ul>
De Perio et al, 2022	VS: CDC, NIOSH	9 ernstige gevallen van longontsteking veroorzaakt door <i>Bacillus cereus</i> in periode 1994-2020  'Welder's anthrax' veroorzaakt door <i>Bacillus cereus</i>



# Lassen en longontstekingen: mechanismen

- Aanwezigheid van ijzerdeeltjes zorgt voor optimale groei van ijzerminnende micro-organismen (*Streptococcus pneumoniae* & *Bacillus cereus*)
- Onderdrukken van de alveolaire macrofagen (afname van clearance van pathogenen en afweer)
- Ultrafijne deeltjes van lasrook bevorderen het hechten van de pneumokok aan het longepitheel



## Health effects of welding fumes

### Acute Respiratory Effects

Acute bronchitis

intoxications

**Pneumonia**

Metal fume fever

Asthma

### Chronic Respiratory Effects

**Chronic respiratory morbidity**

**Siderosis and fibrosis**

### Non-respiratory Chronic Effects

Neuropsychiatric symptoms

Renal effects

Skin effects

Reproductive effects

Mutagenesis

Cancer (IARC 1)

Lung cancer

Non-respiratory cancers (kidney)

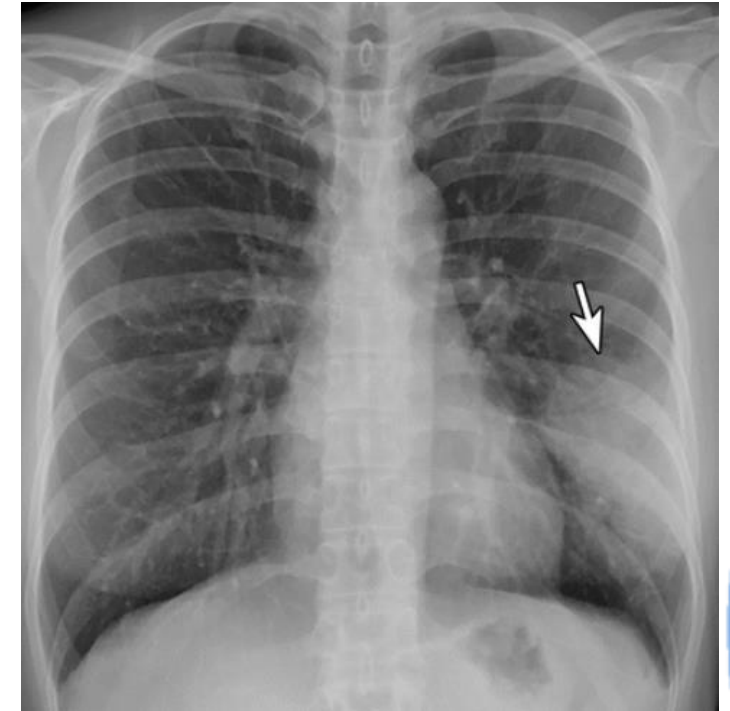
## Health effects of metalworking fluids

**Hypersensitivity pneumonitis (EAA)**



# Casuïstiek: Longontsteking (CAP: community acquired pneumonia)

- Man, 62 jaar
- Stop roken sinds 9 jaar (30 pakjaren); COPD (GOLD II, FEV1 55% van voorspeld)
- Werkt 47 jaar als lasser (TIG, MIG/MAG)
- In bedrijf voor onderhoud en renovatie van elektrotechnische installaties
- Slijpen (50%, met mondk masker),  
lassen (30%, met laskap) van staal en RVS (chromium + molybdeen),  
schoonmaken en schuren (20%)
- 2016: Stationaire metingen las- en slijpruimte,  
2 posities op ca. 1,7 meter werkvloer;  
Gemiddelde concentratie: 5,83 mg/m<sup>3</sup>
- Bronafzuiging sinds 2018
- Vanaf 2010: luchtweginfecties met koorts en opgeven van gekleurd slijm  
2015: 3 infecties, verwezen naar de longarts: COPD, behandeld  
2016: 2 infecties; CT thorax: pneumonie linker onderkwab, later pneumonie met infiltraten in de long
- Verwekker: Streptococcus pneumoniae, Haemophilus influenzae



# Casuïstiek: COPD, FEV<sub>1</sub> 1,64 l, 50% van voorspeld (GOLD III)

- Man, 64 jaar,
- Stop roken sinds 30 jaar, 11 pakjaren
- Lasser scheepswerf, besloten ruimtes

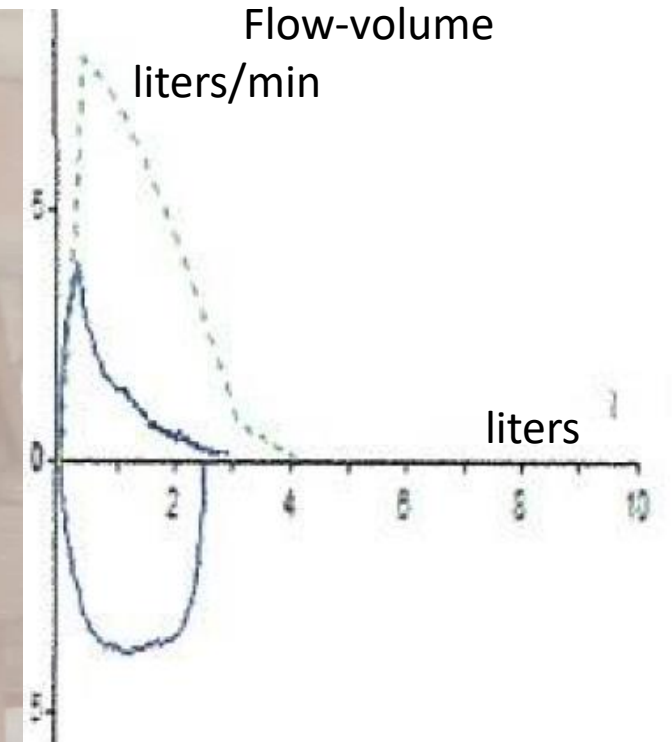
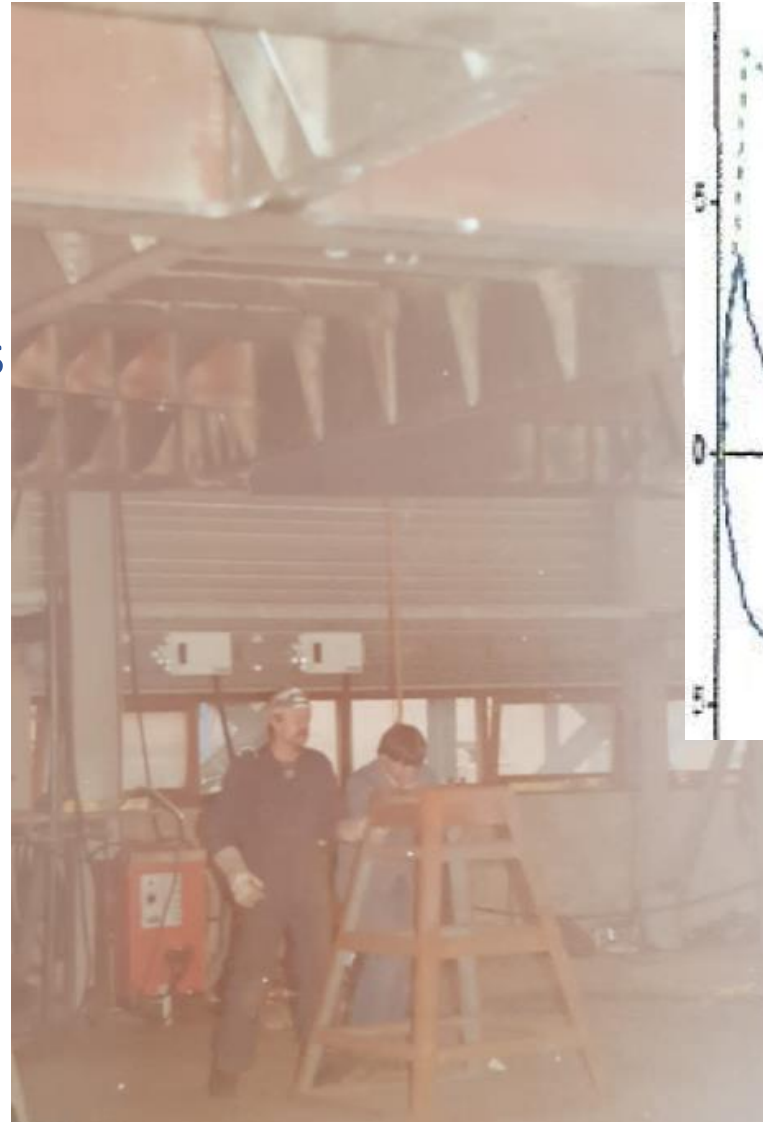
1974-1987: Scheepsluiken

1987-1995: Stalen tanks

1996-2006: Constructies

2006-2013: Chauffeur

2013 - 2020: Terug als lasser

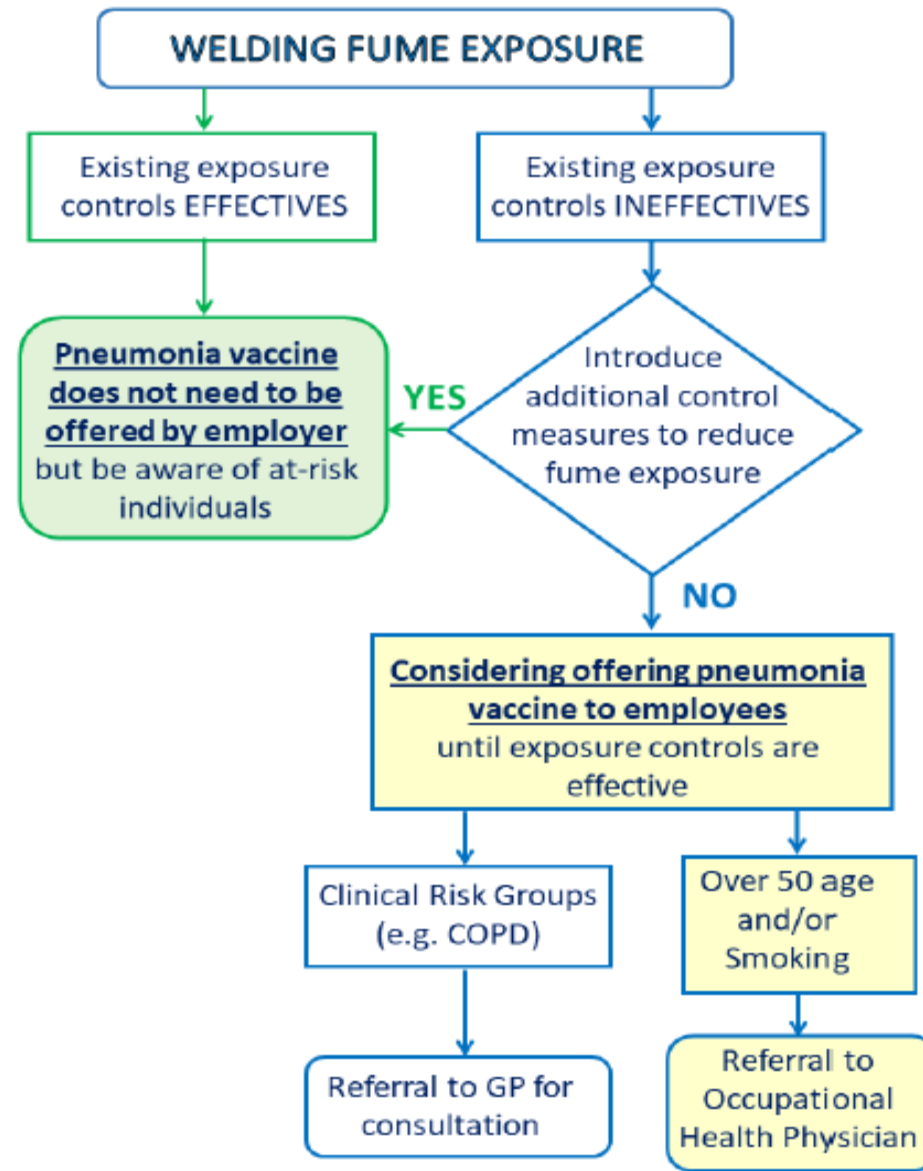


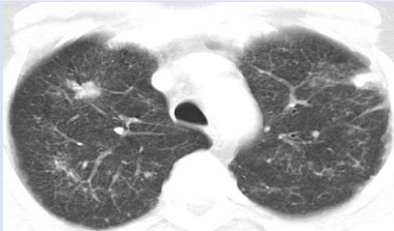
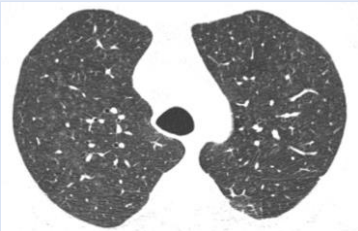
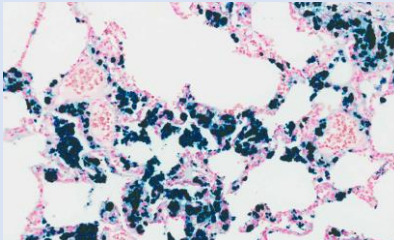
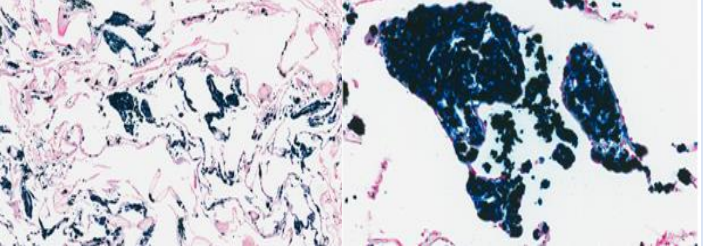


# COPD

Periode	Bedrijf 40 uren/week	Werkzaamheden	Materiaal	Lasproces	Besloten ruimte	PBM (adembescherming) / Afzuiging
1974-1987	Staalbouw; Uitgezonden naar scheepswerven:	Lasser reparatie; Scheepsluiken (oud en nieuw);  Slijpen, gutsen;  Metaalsmaak/koorts: Ja, regelmatig	Staal;  Oude verflagen moesten verwijderd	Elektrisch	80%: Tussen luiken kruipen.	Geen / Geen  In rookpluim: ja.
1987-1995	Metaal constructies	Lasser reparatie: Varkensstallen (constructie) en brijvoederinstallaties:  Slijpen, gutsen;  Metaalsmaak/koorts: Ja, regelmatig	(Gegalvaniseerd) staal; tanks;  Verwijderen emaille lagen	Elektrisch	70%: in tanks	Geen / Geen  In rookpluim: ja.
1995-2004		Lassen van grote machineonderdelen	RVS en ijzer.	Electrode: aflassen met Nichroma electroden	Beperkt	Geen / Geen  In rookpluim: ja.
2004-2006		Constructies lassen  Slijpen, gutsen;	Balken staal, In menie van zink	CO <sub>2</sub> -lassen, als menielaag te dik was: elektrisch	-	Geen / Geen  In rookpluim: ja.

# Pneumonie en COPD



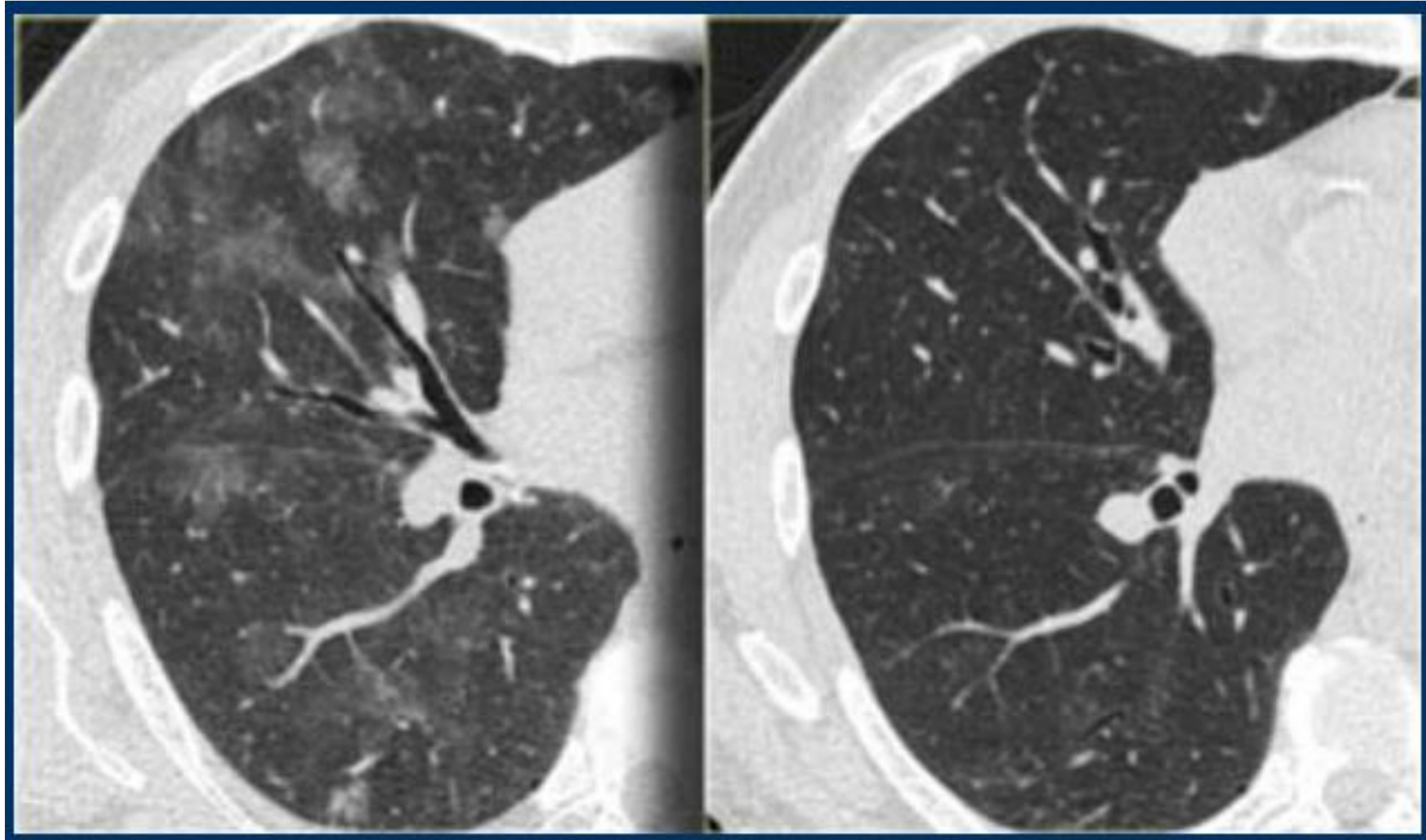
Siderosis/COPD	Welder 1	Welder 2	Welder 3
History	Dry cough, dyspnea, fatigue Ex-smoker (since 14 yrs), 12 PY	Metal fume fever, dyspnea Smoker, 34 PY	Dyspnea, cough, 3L O <sub>2</sub> /min Ex-smoker (since 9 yrs), 38 PY
Exposure	Shipyards/Dockboards: 31 yrs CO <sub>2</sub> welding; TWA 3.5–1.5 mg/m <sup>3</sup>	Ship building: 37 yrs; MIG/MAG, grinding: 21 yrs: TWA 1.8–1.3 mg/m <sup>3</sup>	Various: 14 yrs; trailer construction: 25 yrs; Shielded Metal Arc Welding TWA 4.6–1.5 mg/m <sup>3</sup>
PFT	COPD gold I, nl diffusion	COPD gold I, nl diffusion	COPD gold IV
Laboratory	Ferritin 1500 ug/L (nl <230) No HFE mutation Liver biopsy: iron deposition	Ferritin 481 ug/L (nl <230)	Ferritin 433 ug/L (nl <230)
Imaging			
Pathology		BAL: ↑ iron stained macrophages	
Diagnosis	Pulmonary siderosis and systemic iron overload	Pulmonary siderosis and systemic iron overload	Pulmonary siderosis and systemic iron overload
Therapy	Phlebotomy	Avoidance of fumes	Lung transplantation

# Casuïstiek: Extrinsieke allergische alveolitis (EAA) Hypersensitivity Pneumonitis (HP)

- Man, 34 jaar
- Heeft nooit gerookt
- Sinds 4 jaar hoesten en kortademigheid bij inspanning soms met spierpijn, geen koorts, niet werkgerelateerd
- In de woning geen aanwijzingen voor een potentiële bron
- Beroep: Medewerker bandenfabriek
- Beroepsmatige blootstelling: rubberen producten worden door een koeltrein geleid, waar koelwater wordt verneveld, opgevangen, door een filter geleid, ultrasonoor gedesinfecteerd en afgevoerd naar een tankreservoir voor recirculatie;  
Biologische agentia in koelinstallatie?



EAA



# EAA

## Werkplekonderzoek: Koeltrein opvangbak

Locatie	Analyseresultaten bacteriën
Vloeistofmonster locatie bak operator	Bacillus species (verwant aan wiedmannii/proteolyticus/ paramycoides/cereus) Lysinibacillus fusiformis Altererythrobacter fulvus Methyloversatilis discipulorum Limnobacter species (verwant aan L.thiooxidans)

## ***PNEUMOPATHIES D'HYPERSENSIBILITE***

Panel spécifique à la carte selon les données d'exposition du patient

	Technique de dépistage Double diffusion	Technique de confirmation Electrosynérèse
Antigènes somatiques et/ou extraits totaux, fabriqués au laboratoire		
<i>Bacillus licheniformis</i>	1 arc(s)	3 arc(s)
<i>Bacillus cereus</i>	1 arc(s)	8 arc(s)

**Interprétation**      **Suspicion immunologique d'une pneumopathie d'hypersensibilité.  
A confronter aux données cliniques et radiologiques.  
Sérologie à contrôler dans 3 mois.**

*Tabagisme : non renseigné*

*Cette information est demandée pour l'interprétation car le tabagisme peut diminuer l'intensité de la réaction immunologique*

# Breed risicoprofiel voor de metaalindustrie

- Literatuur laat breed spectrum zien aan potentiële respiratoire effecten
- Polikliniek laat eveneens breed spectrum zien aan casuïstiek uit de metaalindustrie
- Beide een vrij consistent beeld: geen theorie maar risico van alle dag
- Wat doen we niet goed? Hoe verder?





# Discussie



# Primaire preventie en gezondheidsbewaking

- Primaire preventie is vaak wel in het blikveld van de arbeidshygiënist.
- Maar wat kunnen we nog meer doen?
- En hoe zorgen we dat de arbeidshygiënist en bedrijfsarts hierin samen blijven optrekken?
- Er bestaat al een PMO-metaal → worden alle inhalatierisico's voldoende in kaart gebracht?



# PMO?

Wat is het doel van PMO?

- Vroeg detectie: causale relatie op individueel niveau
- Belastbaarheid
- Blootstellingsreductie
- COPD/Siderose/longkanker/Astma/Infectieziekten: meerdere oorzakelijke diagnoses → causaal agens?

Hoe moet een PMO er uit zien?

- Vragenlijst
- Longfunctie: periodiek
- Vaccinatie tegen pneumokokken?
- Extra alert zijn op werknemers met herhaalde luchtweginfecties?
- Blootstellingsonderzoeken (RI&E, metingen, etc)
- Andere suggesties?



# Take home messages

- ✓ Blootstelling aan lasrook kan meerdere respiratoire aandoeningen veroorzaken
- ✓ Goede (werk)diagnose (voorkom een dwaalspoor en werkplekonderzoek is duur)
- ✓ Blootstellingsonderzoek is essentieel voor aantonen relatie tussen ziekte en werk
- ✓ Gerichte vraagstelling, gericht op causaal agens
- ✓ Zorg dat je preventief bezig bent, voordat het te laat is!



## Wie zijn wij?

### NKAL

Dr. Jos Rooijackers, longarts

Dr. Nicole Verheijen, longarts

Ing. Mischa Niederer, physician assistant

Dr. ir. Remko Houba, arbeidshygiënist

Ing. Vanessa Zaat, arbeidshygiënist

Ir. Nettie van der Meer, arbeidshygiënist

Bernadette Aalders, longfunctie-analiste

Desiré Keun, longfunctie-analiste

### IRAS

Prof. Dr. Ir. Dick Heederik, epidemioloog

## Waar kunt u ons vinden?

[www.nkal.nl](http://www.nkal.nl)

[helpdesk@nkal.nl](mailto:helpdesk@nkal.nl)

